Zur

Lehre von den Gesichtsempfindungen,

welche aus

successiven Reizen resultiren.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei der

hohen philosophischen Facultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

eingereicht

und mit den beigefügten Thesen vertheidigt

am 4. August 1893 Mittags 12 Uhr

von

Karl Marbe

aus Freiburg i. Br.

Opponenten:
Emil Krüger,
Matthias Meinhold,
August Nuth.

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1893.

(Separatabdruck aus: Wundt, Philosophische Studien, IX. Bd. 3. Heft.)

Zur

Lehre von den Gesichtsempfindungen,

welche aus successiven Reizen resultiren.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

bei der

hohen philosophischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

eingereicht

und mit den beigefügten Thesen vertheidigt

am 4. August 1893 Mittags 12 Uhr

von

Karl Marbe
aus Freiburg i. Br.

Opponenten:
Emil Krüger,
Matthias Meinhold,
August Nuth.

Bonn 1893.
Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547419_0061

Lebenslauf.

Ich, Karl Marbe, bin am 31. August 1869 zu Paris, wo mein Vater Kaufmann war, geboren. Als ich fünf Jahre alt war, kehrten meine Eltern in ihre Heimatstadt Freiburg i. Br. zurück, wo ich Elementarschule und Gymnasium besuchte und im Sommer 1888 das Maturitätszeugnis erhielt. Ich studirte drei Semester in Freiburg (während der beiden ersten diente ich daselbst beim Infanterie-Regiment Nr. 113), ein Semester hier, eines in Berlin und dann wieder fünf Semester (unter welchen das laufende einbegriffen ist) in Bonn. Vorlesungen hörte ich in Freiburg bei den Herren Professoren v. Holst, Holtzmann, H. Meyer, Münsterberg, Paul, Riehl; hier bei den Herren Professoren und Dozenten Anschütz, Berger, Hertz, Jakobi, Kekulé, Martius, J. B. Meyer, Neuhäuser, Pflüger, Wilmanns; in Berlin bei den Herren Professoren Ebbinghaus und Mendel. Das Teilnehmen an Übungen gestatteten mir die Herren Professoren Bender, Ebbinghaus, Elter, Hertz, Martius, J. B. Meyer, Münsterberg, Neuhäuser, Zeller.

Thesen.

1) Die Schwankungen der Schröder'schen Treppenfigur sind durch Vorstellungsassociationen nicht erklärbar.
2) Die Thatsache, dass die Schwankungen der Gesichtsempfindungen auch dann eintreten, wenn der Fixationspunkt circa 30 cm vor den minimalen Reiz verlegt wird, ist ein neuer positiver Beweis gegen Münsterberg's Auffassung der fraglichen Schwankungen.
3) Das psychologische Experiment dient lediglich zur Unterstützung der inneren Wahrnehmung.
4) Der Determinismus hebt die sittliche Verantwortung nicht auf.
5) Die Theorie der einzelnen positiven Wissenschaften ist der wichtigste Teil der Logik.
6) Die Bemängelung der Kant'schen Einteilung der Urteile in analytische und synthetische ist ungerechtfertigt.

Wenn zwei oder mehrere Lichtreize successive denselben Punkt der Netzhaut treffen, so entstehen entweder zwei oder mehrere, oder aber eine einzige intensiv und qualitativ constante Empfindung.

Nach Plateau[1]) und Emsmann[2]) kommen die Qualitäten der successiven Reize für die zu ihrer Verschmelzung erforderlichen Verhältnisse in Betracht[3]). Beide Autoren stellten Kreisscheiben mit gleichviel schwarzen und farbigen Sectoren her und ließen dieselben um ihren Mittelpunkt rotiren. Dabei zeigte sich, dass die Rotationsgeschwindigkeit, welche erforderlich war, damit die Scheiben constante Empfindungen erzeugten, verschieden war je nach der von den farbigen Sectoren reflectirten Lichtart. Da es aber höchst unwahrscheinlich ist, dass die farbigen Pigmente hinsichtlich der Intensität und Sättigung (im physikalischen Sinne des Wortes) des reflectirten Lichtes genau gleich waren, so beweisen die erwähnten Versuche nichts.

---

1) Ueber einige Eigenschaften der vom Licht auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke. Pogg. Ann. Bd. XX. S. 311 ff.

2) Ueber die Dauer des Lichteindrucks. Pogg. Ann. Bd. XCI. S. 617 f.

3) Den Ausdruck »Verschmelzung« gebrauche ich hier und an allen übrigen Stellen der Kürze halber und nur in bildlichem Sinne.

Sicher ist dagegen, dass für die Verschmelzung eine gewisse Intensität und Dauer der einzelnen Reize erforderlich ist, und zwar muss die Intensität um so geringer sein, je größer die Dauer ist[1]). Findet einmal eine Verschmelzung statt, so ist es für dieselbe gleichgültig, ob die Dauer der einzelnen Reize noch mehr verkürzt bezw. die Intensität noch mehr vermindert wird.

Nur für wenige und ungenau bestimmte Intensitäten sind die Zeitwerthe beobachtet, bei welchen eben eine constante Empfindung entsteht. Plateau[2]) fand, dass im diffusen Tageslicht von zwei Reizen, von welchen der eine weiß, der andere schwarz[3]) ist, jeder höchstens $\frac{0{,}191}{24}$ $(= 0{,}0080)$ Secunden dauern darf, wenn eine constante Empfindung entstehen soll. Nach Emsmann[4]) beträgt der fragliche Werth $\frac{0{,}55}{24}$ $(= 0{,}0229)$ Secunden[5]). v. Helmholtz[6]) fand für Lampen- und Vollmondbeleuchtung die Werthe $\frac{1}{48}$ $(= 0{,}0208)$ und $\frac{1}{20}$ $(= 0{,}0500)$[7]).

Ich stellte mir die Aufgabe, für einen möglichst großen Theil der Intensitäts- und Zeitscala den Verlauf der zusammengehörigen Intensitäts- und Zeitwerthe exact zu bestimmen.

---

1) v. Helmholtz, Physiol. Optik. 2. Aufl. S. 488.

2) a. a. O. S. 313.

3) Schwarz heißt nicht soviel als kein Licht reflectirend (vergl. Fechner, Pogg. Ann. Bd. XLIV. S. 514; Aubert, Physiologie der Netzhaut. S. 71 f.; Lehmann, Phil. Stud. IV, S. 238; Kirschmann, Phil. Stud. V, S. 292 ff.), was v. Helmholtz auch neuerdings (a. a. O. S. 484 und an anderen Stellen) vernachlässigt.

4) a. a. O. S. 617.

5) v. Helmholtz citirt a. a. O. S. 488 irrthümlich die bei Emsmann (Pogg. Ann. Bd. XCI) S. 615 stehenden Zahlen statt der S. 617 unten angegebenen Werthe.

6) a. a. O. S. 489. — v. Helmholtz findet (S. 489) die von Plateau angegebenen Zahlen im Gegensatz zu den seinen auffallend groß, weil er vergisst, dass sie sich auf die Zeiten einer ganzen Scheibenumdrehung beziehen. Thatsächlich sind sie kleiner als seine eigenen, was aus obigem Text ersichtlich ist. Vergl. Plateau a. a. O. S. 313: »sie drücken die Dauer eines Umlaufs aus«.

7) D'Arcy (Mém. de l'Acad. 1765) bestimmte die Geschwindigkeit, welche für eine im Dunkeln rotirende Kohle zur Erzeugung einer constanten Empfindung erforderlich war. Da er aber die Breite seiner Kohle nicht angibt, so haben seine Versuche für uns keinen Werth.

Als Lichtquelle diente entweder das diffuse Tageslicht oder eine verschiebbare Gasglühlichtflamme. Letztere befand sich in einem 0,92 m hohen Kasten von quadratischem Querschnitt und in gleicher Entfernung von jeder der vier Wände des Kastens. Eine vom Mittelpunkt der Flamme nach einer Kastenwand gedachte senkrechte Linie traf den Mittelpunkt eines kreisrunden Loches von 10 cm Durchmesser. Der ganze Kasten stand auf Rädchen und konnte auf einem Tische längs eines bis auf Millimeter eingetheilten Maßstabes verschoben werden. Eine Marke an der Außenseite der dem Maßstabe zugekehrten Kastenwand diente zur Ablesung der Entfernung des Lichts vom Nullpunkt des Maßstabes.

Wie Plateau, Emsmann und v. Helmholtz bediente ich mich als Beobachtungsobjectes einer aus weißen und schwarzen Sectoren bestehenden Scheibe. Hinter ihr war ein großes schwarzes Tuch angebracht.

Die Scheibe (*S*) befand sich auf der mit einem Schnurlauf (*Sn*) versehenen Achse (*A*) eines Rotationsapparates (*R*)[1]), dessen Uhrwerk theilweise entfernt war[2]). Ein Wassermotor (*M*)[3]) setzte mittelst einer über den Schnurlauf gestreiften knotenlosen Schleife (*Schl*) aus Bindfaden die Achse in rotirende Bewegung. Auf das der Scheibe abgekehrte Achsenende waren zwei verstellbare Windflügel (W_1 W_2) aufgesetzt, in deren Drehungsmittelpunkt sich eine Kapsel befand. Diese nahm die Spitze eines Tourenzählers (*T*) auf. Da durch den Druck desselben die Rotationsgeschwindigkeit beeinträchtigt wurde, so musste er beim Ablesen der Geschwindigkeit und während der Beobachtung gleichmäßig auf den Gang des Instrumentes wirken. Er durfte also nicht mit der Hand vorgehalten werden, sondern musste ein für allemal befestigt sein. Er wurde zu diesem Zweck an einem Faden (F_1) aufgehängt und mittelst eines zweiten Fadens (F_2) gegen die Kapsel des Flügels gepresst. Am Gehäuse des Rotationsapparates, auf derjenigen Seite, wo sich

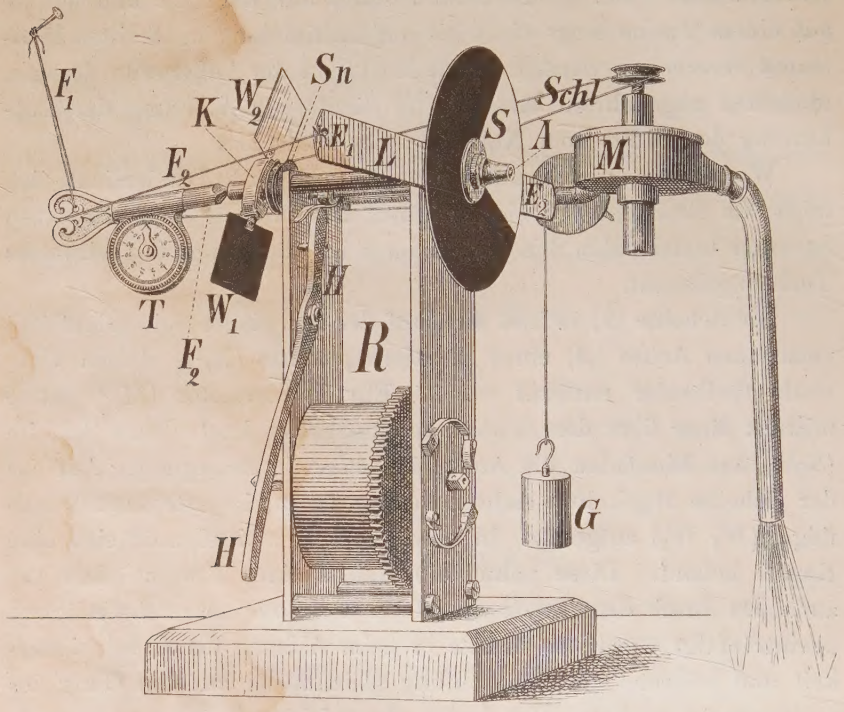
---

1) Heidelberger Modell (Mechaniker Jung).

2) Die Uhrwerke und Federn dieser Apparate sind, wie sich aus Beobachtungen an zwei Exemplaren ergab, nicht so exact gearbeitet, dass die Instrumente für derartige Versuche verwandt werden könnten. Auch die sogenannten Leipziger Rotationsapparate sind zu solchen Untersuchungen nicht geeignet.

3) Modell von Rab.

die Scheibe befand, war parallel zur Rotationsebene eine Messingleiste (L) angebracht. Der zweite Faden war an einem Ende derselben (E_1) befestigt, zog sich von hier um das hintere Ende des Tourenzählers und kehrte zum andern Leistenende (E_2) zurück, in welchem sich ein Loch befand. Der Faden war durch dasselbe hindurchgezogen und mit einem Gewicht (G) versehen.



Diese freie Aufhängung des Tourenzählers erwies sich erheblich zweckmäßiger als eine starre Befestigung. Eine solche setzt voraus, dass die Rotationsebene der Achse absolut constant ist, was aber (wenigstens bei größerer Umdrehungsgeschwindigkeit) nicht der Fall ist. Infolge der freien Aufhängung jedoch kann der Tourenzähler die kleinen Hebungen und Senkungen der Achse mitmachen, wodurch bedeutendere Verschiedenheiten der Reibung vermieden werden.

Es zeigte sich bald, dass es vortheilhafter ist, mit möglichst großem Druck und ungünstig gestellten Windflügeln als mit geringerem Druck

und günstigerer Flügelstellung zu arbeiten. Im ersten Fall werden die Ungleichheiten des Wasserdrucks von den Windflügeln leichter ausgeglichen.

Die Regelmäßigkeit der Bewegung, welche mit dieser Anordnung erzielt wurde, war vollkommen ausreichend, wie folgende Tabelle zeigt. Sie enthält die mittleren Variationen für verschiedene Geschwindigkeiten. Je zwei zusammengehörige Zahlen sind aus dreimaliger Bestimmung der Zeit, welche für 1000 Umdrehungen erforderlich war, gewonnen. Die Zeitmessung erfolgte mittelst einer Fünftelsecundenuhr.

Tabelle I.

Dauer einer Umdrehung in Secunden	Mittlere Variation
0,0275	0,0002
0,0297	0,0001
0,0346	0,0005
0,0467	0,0004
0,0468	0,0005

Entweder wurde bei constanter Beleuchtung die Rotationsgeschwindigkeit successive verändert oder es wurde bei gleichbleibender Geschwindigkeit die Beleuchtung variirt.

Im letzteren Fall war der Gang der Versuche folgender: Der Assistent stellte die Scheibe so ein, dass noch keine constante Empfindung entstand, und bestimmte die Rotationsgeschwindigkeit durch zweimalige[1]) Ablesung der für je hundert Umdrehungen erforderlichen Zeit. Dann wurde der auf Rädchen bewegliche Kasten mit dem Licht so lange von der Scheibe entfernt, bis die Reize verschmolzen. Aus der Entfernung des Lichtes vom Nullpunkt des Maßstabes und der Distanz des letztern von der Scheibe konnte deren Entfernung vom Licht gefunden werden. Für ein und die-

1) Die beiden Ablesungen waren gewöhnlich gleich. Niemals differirten sie mehr als eine Fünftelsecunde. War dies der Fall, so wurde das arithmetische Mittel der beiden Ablesungen der Rechnung zu Grunde gelegt.

selbe Rotationsgeschwindigkeit wurde dieses Verfahren fünf mal nacheinander wiederholt.

Natürlich musste bei diesen Versuchen durch sorgfältige Einstellung von Tisch und Maßstab dafür gesorgt sein, dass das Licht lediglich in einer im Scheibenmittelpunkt errichtet gedachten Normalen verschoben wurde. Ferner durfte ein Versuch nicht so lange dauern, bis ein Nachbild eintrat. Ist letzteres der Fall, so erscheint die Scheibe erheblich früher homogen als sonst.

Bei den Versuchen mit constanter Beleuchtung wurde folgendermaßen verfahren: Der Assistent setzte die Scheibe so in Bewegung, dass sie dem Beobachter merklich zu flimmern schien. Dann arretirte er mittelst der Haltevorrichtung (*H*) die Scheibe, stellte die Windflügel um ein geringes günstiger und setzte die Scheibe durch Lösung der Haltevorrichtung wieder in Bewegung. Nach einigen Secunden (nachdem die Scheibe einen regelmäßigen Gang angenommen hatte,) rief der Assistent »Jetzt«, worauf die Versuchsperson, welche, wenn sie nicht beobachtete, stets auf das schwarze Tuch blickte, nach der Scheibe sah. Der Assistent zählte »Eins«, »Zwei«. Auf »Zwei« wandte der Beobachter das Gesicht wieder von der Scheibe ab. Er hatte nun anzugeben, ob die Scheibe noch flimmerte oder nicht. Die Versuche wurden fortgesetzt, bis das Urtheil, dass eine constante Empfindung entstehe, erfolgte. Dann las der Assistent zwei mal nach einander die Zeit für hundert Umdrehungen ab und schrieb sie auf[1]).

Die Versuchsperson saß bei allen Versuchen 90 cm von der Scheibe entfernt, direct neben der Bahn, in welcher der Kasten mit dem Lichte verschoben wurde. Ruhiges Fixiren war strengstens gefordert. Alle Urtheile beziehen sich auf das Verschmelzen der Reize am Fixationspunkt. Außerhalb desselben werden sie einzeln aufgefasst, wenn sie am Fixationspunkt längst verschmelzen. Es hängt dies offenbar mit der Thatsache zusammen, dass die Seitentheile der Netzhaut für farbloses Licht empfindlicher sind als der gelbe Fleck[2]).

1) Vergl. die Anmerkung auf voriger Seite.

2) Kirschmann, Ueber die Helligkeitsempfindung im indirecten Sehen. Phil. Stud. V, S. 447 ff. — Fick, Studien über Licht- und Farbenempfindungen. Pflüger's Archiv, XLIII. S. 441 ff.

Fixirt wurde stets ein Punkt, welcher gleichweit vom Rand und von der Mitte der Scheibe entfernt war. Wählt man statt dessen mehr der Peripherie zu gelegene Punkte, so wirkt das schwer ganz zu vermeidende Flattern des Scheibenrandes störend, fixirt man mehr in der Mitte, so entsteht infolge der Halteschraube eine Contrastwirkung.

Die Dauer eines einzelnen Eindrucks erhält man, wenn man die für hundert Umdrehungen gefundenen Zahlen mit $\frac{\alpha}{100 \cdot 360}$ vervielfacht, wobei α die Breite des dem fraglichen Reiz entsprechenden Sectors in Graden bezeichnet. Die Intensitäten der Beleuchtungen verhalten sich direct wie die Quadrate der reciproken Werthe der jeweiligen Entfernung des Lichtes von der Scheibe. Vervielfacht man diese Zahlen jeweils mit den Reflexionscoefficienten [1]) der Sectoren, so erhält man die Verhältnisse der Reizintensitäten. Die geringste Reizstärke, welche vorkam, entsprach der Lichtstärke, die unser Schwarz, wenn es von einem in 324,64 cm Entfernung befindlichen Gasglühlicht beleuchtet wird, reflectirt. Auf diese Intensität als Einheit sind in den Tabellen (abgesehen von denjenigen, welche sich auf Versuche im diffusen Tageslicht beziehen) alle übrigen Reizstärken bezogen.

Bei den Experimenten fungirten außer mir (M.) auch die Herren stud. philos. Karl Schneider (S.) und Prof. Serebrenikoff (Ser.) als Versuchspersonen.

Ich theile zunächst in Tabelle II bis VII diejenigen Ergebnisse mit, welche nach dem zuerst beschriebenen Verfahren gewonnen sind. In diesen und allen übrigen Tabellen bedeutet *Iw* die Intensität des durch den weißen Sector erzeugten Reizes, *Is* diejenige, welche dem schwarzen Sector entspricht. *Dw* und *Ds* bedeuten die Dauern der Reize.

---

1) Eine Reihe von Bestimmungen nach Kirschmann (Phil. Stud. V, S. 292 ff.) ergaben für das Verhältniss des benutzten Schwarz zu Weiß die Werthe 1 : 40,01. Ich lege für Weiß die Zahl 40 zu Grunde, was bei der Ungenauigkeit der fraglichen photometrischen Methode erlaubt ist.

Tabelle II.

Den 28. April 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter M.

Is	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Ds*	*Iw*	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Dw*
17,55	17,24	0,26	0,011	702,0	689,6	10,4	0,011
17,55				702,0			
16,81				672,4			
17,01				680,4			
17,28				691,2			
17,28	16,68	0,34	0,012	691,2	667,0	13,7	0,012
16,35				654,0			
16,55				662,0			
16,27				650,8			
16,93				677,2			

Tabelle III.

Den 2. Mai 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter M.

Is	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Ds*	*Iw*	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Dw*
1,18	1,33	0,22	0,021	47,2	53,4	8,9	0,021
1,21				48,4			
1,24				49,6			
1,89				75,6			
1,15				46,0			
5,69	5,83	0,25	0,016	227,6	233,3	9,9	0,016
5,54				221,6			
5,65				226,0			
6,12				244,8			
6,16				246,4			

Tabelle IV.

Den 4. Mai 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter M.

Is	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Ds*	*Iw*	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Dw*
5,68	5,91	0,11	0,015	227,2	237,5	4,3	0,015
6,10				244,0			
5,98				239,2			
6,00				240,0			
5,93				237,2			
11,09	11,63	0,40	0,013	443,6	465,2	15,8	0,013
11,91				476,4			
11,98				479,2			
11,18				447,2			
11,99				479,6			
1,03	1,00	0,03	0,024	41,2	40,1	1,0	0,024
1,03				41,2			
0,98				39,2			
0,96				38,4			
1,01				40,4			

Tabelle V.

Den 9. Mai 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter M.

Is	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Ds*	*Iw*	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Dw*
1,88	1,90	0,03	0,019	75,2	76,1	1,2	0,019
1,86				74,4			
1,97				78,8			
1,91				76,4			
1,89				75,6			
65,31	79,20	11,54	0,010	2612,4	316,81	461,7	0,010
92,81				3712,4			
92,26				3690,4			
81,39				3255,6			
64,24				2566,6			

Tabelle VI.

Den 10. Mai 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter S.

Is	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Ds*	*Iw*	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Dw*
1,93	1,85	0,12	0,025	77,2	74,0	4,6	0,025
1,94				77,6			
1,56				62,4			
1,88				75,2			
1,94				77,6			
22,46	21,90	0,98	0,013	898,4	876,0	39,4	0,013
22,01				880,4			
23,69				947,6			
21,39				855,6			
19,95				798,0			

Tabelle VII.

Den 18. Mai 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter S.

Is	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Ds*	*Iw*	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	*Dw*
3,44	3,58	0,13	0,015	137,6	143,4	5,4	0,015
3,92				156,8			
3,57				142,8			
3,54				141,6			
3,45				138,0			
3,43	3,38	0,05	0,015	137,2	135,2	2,1	0,015
3,42				136,8			
3,42				136,8			
3,35				134,0			
3,28				131,2			
11,58	11,23	0,31	0,014	463,2	449,1	12,4	0,014
10,92				436,8			
11,04				441,6			
10,95				438,0			
11,65				466,0			

In den folgenden Tabellen VIII und IX ordne ich die Ergebnisse der Tabellen II bis VII, nach den Mittelwerthen von I, ohne Rücksicht auf die Tage, an welchen die Versuche angestellt sind.

Tabelle VIII.

Beobachter M.

Is	$Ds\ (= Dw)$	Iw
1,00	0,024	40,1
1,33	0,021	53,4
1,90	0,019	76,1
5,83	0,016	233,3
5,94	0,015	237,5
11,63	0,013	465,2
16,68	0,012	667,0
17,24	0,011	689,6
79,20	0,010	3168,1

Tabelle IX.

Beobachter S.

Is	$Ds\ (= Dw)$	Iw
1,85	0,025	74,0
3,38	0,015	135,2
3,58	0,015	143,4
11,23	0,014	449,1
21,90	0,013	876,0

Diese Zahlen bestätigen die Annahme, dass die für die Verschmelzung zweier successiven Reize erforderlichen Dauern mit wachsender Intensität der Reize geringer werden. Zugleich ergibt sich der Satz, dass die erforderliche Dauer ungleich langsamer abnimmt, als die entsprechenden Intensitäten wachsen.

Bei den folgenden Versuchen sind die Dauern der beiden successiven Reize auch unter sich verschieden. Der Versuchsgang war derselbe wie oben, jedoch mussten hier für die Variirung der Geschwindigkeiten Scheiben mit verschiedenem Sectorenverhältniss zur Anwendung gelangen.

Tabelle X.

Den 26. Mai 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter M.

I_s	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	D_s	I_w	Arithm. Mittel	Mittlere Variation	D_w
11,58	12,31	2,96	0,004	463,2	492,4	118,4	0,060
12,92				516,8			
12,13				485,2			
11,74				469,6			
13,18				527,2			
10,31	10,52	0,96	0,009	412,4	421,0	38,6	0,045
10,28				411,2			
10,50				420,0			
10,67				426,8			
10,86				434,4			
9,40	10,14	2,73	0,011	376,0	405,7	109,3	0,022
10,06				402,4			
11,05				442,0			
9,60				384,0			
10,60				424,0			
8,57	8,78	1,68	0,019	342,8	351,2	67,2	0,019
8,16				326,4			
9,58				383,2			
8,82				352,8			
8,77				350,8			
11,41	11,16	1,27	0,023	456,4	446,5	50,9	0,013
10,67				426,8			
11,09				443,6			
11,55				462,0			
11,09				443,6			
13,13	13,06	1,51	0,030	525,2	520,4	67,8	0,006
13,74				549,6			
12,56				502,4			
12,98				510,2			
12,87				514,8			
13,74	15,55	0,96	0,050	549,6	622,0	38,2	0,003
17,28				691,2			
15,94				637,6			
14,97				598,8			
15,82				632,8			

In der folgenden Tabelle fasse ich die Ergebnisse aus der vorhergehenden zusammen.

Tabelle XI.

Beobachter M.

Is	*Ds*	*Dw*	*Iw*
12,31	0,004	0,060	492,4
10,52	0,009	0,045	421,0
10,14	0,011	0,022	405,7
8,78	0,019	0,019	351,2
11,16	0,023	0,013	446,5
13,06	0,030	0,006	520,4
15,55	0,050	0,003	622,0

Hiernach ist zur Entstehung einer constanten Empfindung aus zwei successiven Reizen die geringste Intensität dann erforderlich, wenn die beiden Reize gleich lange dauern; je verschiedener die Dauer der Reize ist, desto größer darf auch ihre Intensität sein. Die Tabelle zeigt deutlich, dass die Unterschiede der Dauern ungleich schneller wachsen, als die zugehörigen Intensitäten. Dass die Werthe für *I* von der Mitte der Colonnen nach oben langsamer zunehmen als nach unten, erklärt sich daraus, dass die Werthe für die Gesammtdauer der beiden Reize (*Ds* + *Dw*), deren Abhängigkeit von der Intensität schon gezeigt ist, nach oben mehr wachsen als nach unten.

Aus diesen Tabellen ist der Einfluss des Unterschieds der Dauern auf das Verschmelzungsphänomen ersichtlich. Um denselben unbeeinflusst von den Intensitätsunterschieden zu studiren, wurden folgende Versuche nach der an zweiter Stelle beschriebenen Methode angestellt.

Tabelle XII.

Den 28. Mai 1893, Abends 10 Uhr. Beobachter Ser.

I_w	I_s	D_w	D_s
5780,0	144,50	0,032	0,002
		0,024	0,005
		0,017	0,008
		0,010	0,010
		0,007	0,015
		0,004	0,020
		0,001	0,025

Tabelle XIII.

Den 28. Mai 1893, Abends 11 Uhr. Beobachter M.

I_w	I_s	D_w	D_s
5780,0	144,50	0,034	0,002
		0,023	0,005
		0,017	0,009
		0,011	0,011
		0,005	0,016
		0,004	0,020
		0,002	0,028

Tabelle XIV.

Den 23. Mai 1893, Mittags 3 Uhr. Beobachter M.

I_w	I_s	D_w	D_s
Weißer	Schwarzer	0,036	0,002
Sector	Sector	0,024	0,005
im diffusen	im diffusen	0,019	0,010
Tageslicht	Tageslicht	0,014	0,014
		0,009	0,019
		0,005	0,025
		0,002	0,032

Aus diesen Tabellen[1]) ergibt sich, dass einer gleichen Dauer der einzelnen Reize die geringste Gesammtdauer entspricht; mit wachsendem Unterschied der Dauern wächst auch die Gesammtdauer. Doch ist eine geringere Gesammtdauer erforderlich, wenn der intensivere Reiz der kürzere von beiden ist, als im umgekehrten Fall.

Um letzteres direct nachzuweisen, wurde von einer Scheibe alles ausgeschnitten außer zwei nebeneinanderstehenden Sectoren von je 90° Größe, von welchen der eine weiß, der andere schwarz war. Die Sectoren wurden dann vor einem dicht (ca. 1 mm) hinter ihnen befindlichen weißen Hintergrund in rotirende Bewegung versetzt und nach der an zweiter Stelle (S. 387) beschriebenen Methode auf eine Geschwindigkeit eingestellt, bei welcher sie mit dem Hintergrund am Fixationspunkt eine constante Empfindung erzeugten. Wurde nun der weiße Hintergrund durch einen schwarzen ersetzt, so war auch am Fixationspunkt ein deutliches Flimmern sichtbar (Beobachter: M.—S.), welches erst verschwand, als die Gesammtdauer um einige Tausendstelsecunden verkürzt war. Die überwiegende Dauer des stärkeren Reizes ist also für die Verschmelzung günstiger als die überwiegende Dauer des schwächern.

Im folgenden fasse ich die gewonnenen Sätze zusammen:

I. Die für die Verschmelzung zweier Reize zu einer constanten Empfindung erforderlichen Gesammtdauern nehmen mit wachsenden Intensitäten ab und zwar ungleich langsamer, als die entsprechenden Intensitäten wachsen.

II. Die erforderlichen Unterschiede der beiden Dauern nehmen mit wachsenden Intensitäten zu und zwar ungleich schneller, als die entsprechenden Intensitäten wachsen.

III. Die erforderlichen Unterschiede der Dauern nehmen mit wachsender Gesammtdauer zu und zwar ungleich schneller als die letztere.

IIIa. Es ist für die Verschmelzung günstiger, wenn die Dauer des intensiveren Reizes, als wenn die des weniger intensiven überwiegt.

1) Von den Abweichungen in den Tabellen XIII und XIV darf wohl abgesehen werden.

Die Anschauungen von Plateau[1]) und v. Helmholtz[2]), nach welchen es für die Verschmelzung ohne Einfluss sein soll, wenn man das Verhältniss zwischen der Breite der weißen und schwarzen Sectoren einer rotirenden Scheibe verändert, wofern man nur die Anzahl der Sectoren constant lässt, sind nach diesen Untersuchungen von selbst beseitigt.

Zum Schluss möchte ich noch darauf hinweisen, dass derartige Versuche ungeeignet sind zur Bestimmung der Zeit, während welcher ein Eindruck ungeschwächt andauert[3]). Denn wenn man auch mit einer ähnlichen Vorrichtung wie das Kirschmann'sche Photometer Reize intermittirend folgen lässt, so ist eine etwa resultirende constante Empfindung nicht durch die Reize allein, sondern auch durch die lichtlosen Componenten[4]) bedingt.

---

1) A. a. O. S. 316.

2) A. a. O. S. 489. Versuche mit der von v. Helmholtz daselbst abgebildeten Scheibe sind nicht genau genug. Auch bei mir ergab sich das Resultat, dass das Flimmern »bei steigender Umlaufsgeschwindigkeit in allen Abtheilungen der Scheibe nahezu gleichzeitig« aufhört.

3) Wozu Plateau (a. a. O. S. 310 f.) dieselben zu verwenden suchte.

4) Vergl. das entsprechende Gesetz bei v. Helmholtz (a. a. O. S. 482 f.). Weniger gut ist die Talbot'sche Formulirung: »Wenn ein leuchtender Gegenstand regelmäßig intermittirend auf das Auge wirkt und die successiven Momente seines Erscheinens so nahe an einander liegen, dass das Auge sie nicht mehr unterscheiden kann, sondern eine ununterbrochene Empfindung erhält, so ist die scheinbare Helligkeit dieses Gegenstandes geschwächt in dem Verhältniss der Erscheinungs- und Verschwindungsdauer zur bloßen Erscheinungdauer«. (Philos. Magaz. Nov. 1834. S. 327. — Alfred Lehmann, Ueber Photometrie mittelst rotirender Scheibe. Phil. Stud. IV, S. 232.) Denn die »scheinbare Helligkeit« kann in keinem zahlenmäßigen Verhältniss geschwächt werden.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Lebenslauf.

Ich, Karl Marbe, bin am 31. August 1869 zu Paris, wo mein Vater Kaufmann war, geboren. Als ich fünf Jahre alt war, kehrten meine Eltern in ihre Heimatstadt Freiburg i. Br. zurück, wo ich Elementarschule und Gymnasium besuchte und im Sommer 1888 das Maturitätszeugniss erhielt. Ich studirte drei Semester in Freiburg (während der beiden ersten diente ich daselbst beim Infanterie-Regiment Nr. 113), ein Semester hier, eines in Berlin und dann wieder fünf Semester (unter welchen das laufende einbegriffen ist) in Bonn. Vorlesungen hörte ich in Freiburg bei den Herren Professoren v. Holst, Holtzmann, H. Meyer, Münsterberg, Paul, Riehl; hier bei den Herren Professoren und Docenten Anschütz, Berger, Hertz, Jakobi, Kekulé, Martius, J. B. Meyer, Neuhäuser, Pflüger, Wilmanns; in Berlin bei den Herren Professoren Ebbinghaus und Mendel. Das Theilnehmen an Uebungen gestatteten mir die Herren Professoren Bender, Ebbinghaus, Elter, Hertz, Martius, J. B. Meyer, Münsterberg, Neuhäuser, Zeller.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, allen meinen verehrten Lehrern auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen. Insbesondere bin ich Herrn Professor Martius verpflichtet, welcher nicht nur durch seine Vorlesungen und Uebungen, sondern auch durch persönliche Anregung meine Studien am meisten gefördert hat.

Thesen.

1) Die Schwankungen der Schröder'schen Treppenfigur sind durch Vorstellungsassociationen nicht erklärbar.
2) Die Thatsache, dass die Schwankungen der Gesichtsempfindungen auch dann eintreten, wenn der Fixationspunkt circa 30 cm vor den minimalen Reiz verlegt wird, ist ein neuer positiver Beweis gegen Münsterberg's Auffassung der fraglichen Schwankungen.
3) Das psychologische Experiment dient lediglich zur Unterstützung der inneren Wahrnehmung.
4) Der Determinismus hebt die sittliche Verantwortung nicht auf.
5) Die Theorie der einzelnen positiven Wissenschaften ist der wichtigste Theil der Logik.
6) Die Bemängelung der Kant'schen Eintheilung der Urtheile in analytische und synthetische ist ungerechtfertigt.